

## Fuel injection nozzle

Publication number: DE3501973

Publication date: 1985-07-25

Inventor: OKUMURA NOZOMU (JP); KOJIMA FUMIO (JP); AIKI MASANORI (JP); SAKAI TATSUO (JP)

Applicant: NIPPON DENSO CO (JP)

Classification:

- international: F02M51/06; F02M51/08; F02M51/06; F02M51/08;  
(IPC1-7): F02M51/06

- european: F02M51/06B1; F02M51/06B2; F02M51/06B2D2A1

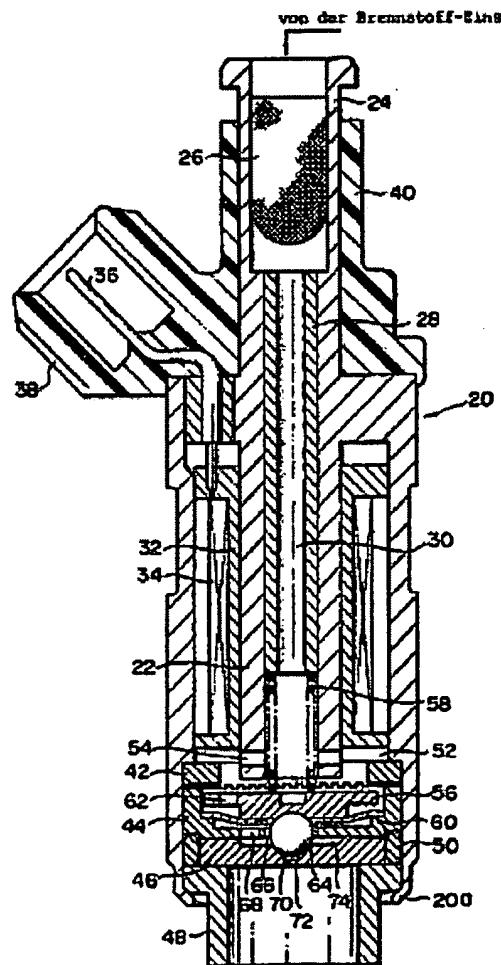
Application number: DE19853501973 19850122

Priority number(s): JP19840008464 19840123; JP19840008465 19840123;  
JP19840008466 19840123

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE3501973

An electromagnetic fuel injection nozzle has a magnet arrangement with a magnetic ring (42) as fixed component and a valve arrangement with a movable component (56) which is drawn in the direction of the fixed component (42), to come to bear on this by virtue of a magnetic attraction force which is generated by the magnet arrangement (34), and which is fixed to a valve tappet (64) in order to open and close a fuel injection orifice (72). A number of grooves (42a) is provided equally on at least one of the corresponding bearing surfaces of the magnetic ring (42) and the movable component (56), the bearing area between the two bearing surfaces being reduced to between twenty and sixty per cent of the area which is obtained when the two bearing surfaces are plane.





DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3501973 A1

(51) Int. Cl. 4:  
F02M 51/06

DE 3501973 A1

(21) Aktenzeichen: P 35 01 973.5  
(22) Anmeldetag: 22. 1. 85  
(23) Offenlegungstag: 25. 7. 85

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

23.01.84 JP 8464/84 23.01.84 JP 8465/84  
23.01.84 JP 8466/84

(72) Erfinder:

Okumura, Nozomu, Nagoya, JP; Kojima, Fumio,  
Kariya, Aichi, JP; Aiki, Masanori, Oobu, Aichi, JP;  
Sakai, Tatsuo, Kariya, Aichi, JP

(71) Anmelder:

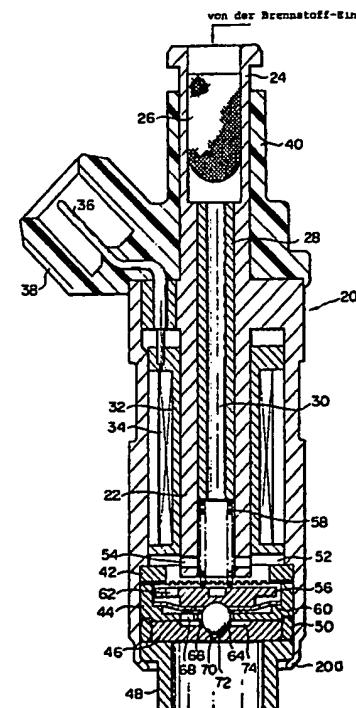
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Kuhnen, R., Dipl.-Ing., 8050 Freising; Luderschmidt,  
W., Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., 6370 Oberursel;  
Wacker, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anw.,  
8050 Freising

(54) Brennstoff-Einspritzdüse

Eine elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse weist eine Magnetanordnung mit einem magnetischen Ring (42) als festem Bauteil und eine Ventilanordnung mit einem beweglichen Bauteil (56) auf, welcher in Richtung auf das feste Bauteil (42) gezogen wird, um an diesem aufgrund einer magnetischen Anziehungskraft in Anlage zu geraten, welche von der Magnetanordnung (34) erzeugt wird und welcher fest mit einem Ventilstößel (64) verbunden ist, um eine Brennstoff-Einspritzöffnung (72) zu öffnen und zu schließen. Eine Anzahl von Rillen (42a) ist gleichmäßig auf wenigstens einer der entsprechenden Anlageoberflächen des magnetischen Ringes (42) und des beweglichen Bauteiles (56) vorgesehen, wodurch der Anlagebereich zwischen den beiden Anlageoberflächen auf zwanzig bis sechzig Prozent des Bereiches verringert ist, der erhalten wird, wenn die beiden Anlageoberflächen plan sind.



DE 3501973 A1

Nippondenso Co., Ltd.

Aichi-ken, Japan

Patentanwälte/European Patent Attorneys:  
Rainer A. Kuhnen\*, Dipl.-Ing.  
Paul-A. Wacker\*, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Wolfgang Luderschmidt\*\*, Dr., Dipl.-Chem.

16 NDO1 37 3/hz

### Patentansprüche

1. Elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse mit einem Gehäuse (20), welches eine Brennstoff-Einspritzöffnung (72) koaxial in dem Gehäuse (20) aufweist, um unter Druck stehenden Brennstoff einzuspritzen; mit einem beweglichen Bauteil (56) aus einem magnetisierbaren Material, welches innerhalb des Gehäuses (20) derart angeordnet ist, daß es in axialer Richtung des Gehäuses beweglich ist, wobei das bewegliche Bauteil einen Ventilstößel (64) zum Öffnen und Verschließen der Brennstoff-Einspritzöffnung aufweist; mit einer Federvorrichtung (58) zum Zwingen des beweglichen Bauteiles in Richtung der Brennstoff-Einspritzöffnung, so daß der Ventilstößel die Brennstoff-Einspritzöffnung verschließt; mit einem festen Bauteil (42) aus einem magnetisierbaren Material, das innerhalb des Gehäuses fest angeordnet ist; und mit einer Magnetvorrichtung, welche eine elektromagnetische Wicklung (34) aufweist, wobei das

\*\* Büro Frankfurt/Frankfurt Office:

Adenauerallee 16 Tel. 06171/300-1  
D-6370 Oberursel Telex: 526547 pawa d

\* Büro München/Munich Office:

Schneggsstraße 3-5 Tel. 08161/6204-1  
D-8050 Freising Telex 526547 pawa d

1 bewegliche Bauteil in axialer Richtung entgegen der  
Kraft der Federvorrichtung bewegt wird, wenn die elek-  
tromagnetische Wicklung mit Energie versorgt wird, so  
daß der Ventilstöbel die Brennstoff-Einspritzöffnung  
5 freigibt, dadurch gekennzeichnet,

daß das bewegliche Bauteil (56) eine erste Oberfläche  
aufweist, welche der Brennstoff-Einspritzöffnung (72)  
gegenüberliegt und fest mit dem Ventilstöbel (64) ver-  
10 bunden ist und eine zweite Oberfläche aufweist, welche  
axial auf der entgegengesetzten Seite der ersten Ober-  
fläche ist,

daß das feste Bauteil (42) eine Anschlagoberfläche für  
das bewegliche Bauteil (56) aufweist, wenn die elektro-  
15 magnetische Wicklung (34) mit Energie versorgt wird und  
das bewegliche Bauteil (56) daraufhin in axialer Rich-  
tung entgegen der Federkraft der Federvorrichtung (58)  
bewegt wird, und

daß die Brennstoff-Einspritzdüse weiterhin Einrichtungen  
20 (42a, 42b, 56a) zur Verringerung der Anlageoberfläche  
aufweist, welche auf wenigstens einer der Anschlagober-  
fläche des ersten Bauteiles und der zweiten Oberfläche  
des beweglichen Bauteiles angeordnet sind, wobei der  
Anlagebereich zwischen der Anschlagoberfläche und der  
25 zweiten Oberfläche verringert wird, wenn die beiden  
Oberflächen miteinander in Anlage geraten, wobei die  
Einrichtungen (42a, 42b, 56a) zur Verringerung des An-  
lagebereiches derart ausgelegt sind, daß der Anlagebe-  
reich zwischen der Anschlagoberfläche und der zweiten  
30 Oberfläche auf zwanzig bis sechzig Prozent des Bereiches  
verringert wird, der erhaltbar ist, wenn die Anschlag-  
oberfläche und die zweite Oberfläche beide plan sind.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
35 daß die Einrichtungen zum Verringern der Anlageoberfläche

- 1 eine Anzahl von Vertiefungen (42a, 42b, 56a) aufweisen, welche gleichmäßig entweder über die Anschlagoberfläche des festen Bauteiles oder die zweite Oberfläche des beweglichen Bauteiles verteilt sind.
- 5 3. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen Rillen (42a, 56a) sind, welche gleichmäßig radial verteilt angeordnet sind.
- 10 4. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen zueinander parallele Rillen sind, die in gleichmäßigen Abständen zueinander angeordnet sind.
- 15 5. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche mit den Vertiefungen durch eine Schicht (A, B) gebildet wird, welche mit einem der folgenden Oberflächen-Härtungsprozesse gehärtet wurde: Nitrierung, Weichnitrierung und Sulfurisierung.
- 20 6. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche mit den Vertiefungen weiterhin eine nichtmagnetische Schicht (82) mit einer gleichmäßigen Dicke aufweist.
- 25 7. Einspritzdüse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die nichtmagnetische Schicht durch Aufbringen eines nichtmagnetischen Materials auf die Oberfläche mit den Vertiefungen mittels Platinieren, Dampfabscheidung oder Hartlöten gebildet wird.
- 30 8. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zum Verringern der Anlagefläche ein schichtartiges Bauteil (78, 86) aufweisen, welches auf die Anschlagoberfläche des festen Bauteiles oder die zweite Oberfläche des beweglichen Bauteiles durch
- 35

- 1       Diffusionshaftung oder Hartlöten aufgebracht wird, wo-  
bei das schichtartige Bauteil Vertiefungen (42a, 42b,  
56a) aufweist, welche gleichmäßig verteilt an der  
äußeren Oberfläche des schichtartigen Bauteiles ange-  
ordnet sind.
- 5
9. Einspritzdüse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die äußere Oberfläche des schichtartigen Bauteiles  
zusammen mit den Vertiefungen durch eine Schicht (A,B)  
10      definiert ist, die durch einen der folgenden Oberflä-  
chen-Härtungsprozesse gehärtet ist: Nitrierung, Weich-  
nitrierung und Sulfurisierung.
- 10
10. Einspritzdüse nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
15      daß die äußere Oberfläche des schichtartigen Bauteiles  
mit den Vertiefungen weiterhin eine nichtmagnetische  
Schicht (82) mit einer gleichförmigen Dicke aufweist.
- 15
11. Einspritzdüse nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
20      daß die nichtmagnetische Schicht durch Aufbringen  
eines nichtmagnetisierbaren Materials auf die äußere  
Oberfläche des schichtartigen Bauteiles mit den Ver-  
tiefungen durch Platinieren, Dampfabscheidung oder  
Hartlöten gebildet ist.
- 25
12. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einrichtungen zum Verringern der Anlageober-  
fläche eine Anzahl von Vertiefungen (42a, 56a) aufwei-  
sen, die gleichmäßig verteilt sowohl auf der Anschlag-  
30      oberfläche des festen Bauteiles als auch der zweiten  
Oberfläche des beweglichen Bauteiles angeordnet sind.

Nippondenso Co., Ltd.

Aichi-ken, Japan

Patentanwälte/European Patent Attorneys.  
Rainer A. Kuhnen\*, Dipl.-Ing.  
Paul-A. Wacker\*, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Wolfgang Luderschmidt\*\*, Dr., Dipl.-Chem.

16 ND01 37 3/hz

### Brennstoff-Einspritzdüse

Die Erfindung betrifft eine Brennstoff-Einspritzdüse nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Insbesondere betrifft die Erfindung eine elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse, mit der Brennstoff unter einem vorgegebenen Druck in den Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

Derartige bekannte elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüsen weisen generell eine Solinoid- oder Magnet-Vorrichtung und eine Ventil-Vorrichtung auf. Das Einspritzen von Brennstoff wird durch Steuerung der Arbeitsweise der Ventil-Vorrichtung unter Ausnutzung einer magnetischen Anziehungs kraft vorgenommen, welche erzeugt wird, wenn der Solinoid oder der Magnet der Magnet-Vorrichtung mit Energie versorgt wird. Genauer gesagt weisen derartige bekannte Brennstoff-Einspritzdüsen in ihrer Ventil-Vorrichtung ein

\*\* Büro Frankfurt/Frankfurt Office:

Adenauerallee 16 Tel. 06171/300-1  
D-6370 Oberursel Telex: 526547 pawa d

\* Büro München/Munich Office:

Schneggsstraße 3-5 Tel. 08161/6210-1  
D-8050 Freising Telex 526547 pawa d

- 1 Ventilbauteil zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung der Einspritzdüse auf. Das Ventilbauteil ist mit einem beweglichen Bauteil aus einem magnetischen Werkstoff verbunden und kann sich zusammen mit dem beweglichen Bauteil in 5 Richtung auf die Einspritzöffnung zu und von der Einspritzöffnung weg bewegen. Weiterhin wird das bewegliche Bauteil durch eine Ventilfeder derart vorgespannt, daß das Ventilbauteil die Einspritzöffnung verschließt.
- 10 Das bewegliche Bauteil wird derart bewegt, daß das Ventilbauteil entgegen der Vorspannkraft der Ventilfeder die Öffnung der Brennstoffeinspritzöffnung ermöglicht, indem eine magnetische Anziehungskraft erzeugt wird, wenn der Magnet der Magnetvorrichtung mit Energie versorgt wird.
- 15 Dies hat zur Folge, daß die Einspritzöffnung für das Einspritzen von unter Druck stehendem Brennstoff geöffnet wird. Zu diesem Zeitpunkt ist das bewegliche Bauteil in Anlage mit einem festen Bauteil, das aus magnetischem Material gebildet ist und das einen Teil des magnetischen
- 20 Kreises der Magnet-Vorrichtung bildet. Wenn die Stromzufuhr zu dem Magneten unterbrochen wird, zieht der Magnet das bewegliche Bauteil nicht mehr länger an, so daß das bewegliche Bauteil durch die Vorspannkraft der Ventilfeder zurückbewegt wird. Somit wird die Einspritzöffnung von dem
- 25 Ventilbauteil verschlossen und der Brennstoff-Einspritzvorgang ist unterbrochen.

Dieser bekannten elektromagnetischen Einspritzdüse haftet der folgende Nachteil an:

- 30 Wenn der Magnet mit Energie versorgt wird, wird das bewegliche Bauteil durch eine magnetische Anziehungskraft an das feste Bauteil herangezogen, um mit diesem in Anlage zu geraten. Wenn daher der Magnet nicht mehr mit Energie versorgt wird, wird das bewegliche Bauteil daran gehindert, sich von dem festen Bauteil zu trennen; dieser Effekt wird 35 durch einen verbleibenden magnetischen Fluß zwischen den

1 beiden Bauteilen sowie durch Adhäsionskräfte von Brennstoff hervorgerufen, der zwischen den entsprechenden Anlageoberflächen der beiden Bauteile verbleibt. Das Zurückkehren des beweglichen Bauteiles wird somit zeitverzögert erfolgen  
5 und hindert das Ventilbauteil daran, die Einspritzöffnung schnell wieder zu verschließen. Mit anderen Worten, bei einer derartigen bekannten Brennstoff-Einspritzdüse erfolgt das Verschließen der Einspritzöffnung durch das Ventilbau- teil relativ langsam.

10

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 zu schaffen, bei der eine schnelle Verschlußbewegung des Ventilbauteiles für die Einspritzöffnung möglich ist, so daß die Zeit zum Verschließen der  
15 Einspritzöffnung verkürzt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1.

20

Erfindungsgemäß ist eine elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse vorgesehen, welche eine Solinoid- oder Magnetvorrichtung mit einem festen Bauteil aus magnetischem Material und eine Ventil-Vorrichtung mit einem beweglichen Bauteil aus magnetischem Material aufweist, wobei das bewegliche Bauteil in Richtung auf das feste Bauteil gezogen wird, um mit diesem in Anlage zu geraten, wobei diese Bewegung durch eine magnetische Anziehungskraft erzeugt wird, die von der Magnet-Vorrichtung hervorgerufen wird.  
25

Das bewegliche Bauteil ist mit einem Ventilbauteil verbunden, um eine Einspritzöffnung der Einspritzdüse zu öffnen und zu schließen. Die elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse weist weiterhin eine Einrichtung zum Verringern des Anlagebereiches auf, welche wenigstens an einer der entsprechenden Anlageoberflächen des festen und beweglichen Bauteiles ausgebildet ist, wodurch der Anlagebereich  
30  
35

1 zwischen den beiden Anlageoberflächen reduziert wird. Diese  
Einrichtung zum Verringern des Anlagebereiches verringert  
den Anlagebereich zwischen dem festen und beweglichen Bau-  
teil auf zwanzig bis sechzig Prozent eines Anlagebereiches,  
5 der erhalten wird, wenn die beiden Anlageoberflächen plan  
ausgebildet sind.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Anlagebereich  
zwischen dem festen und beweglichen Bauteil durch die Ein-  
10 richtung zum Verringern des Anlagebereiches verringert  
werden. Während der Zurückkehrbewegung des beweglichen  
Bauteiles können daher die Adhäsionskräfte zwischen dem  
festen und dem beweglichen Bauteil verringert werden, die  
durch Brennstoff hervorgerufen werden, der sich zwischen  
15 den beiden Bauteilen befindet. Die Verringerung der Ad-  
häsionskräfte wird durch die Verringerung der Brennstoff-  
menge zwischen den beiden Bauteilen verringert. Somit wird  
eine Verzögerungszeit bei der Zurückkehrbewegung des  
beweglichen Bauteiles, welche durch die Adhäsionskräfte  
20 von Brennstoff zwischen dem festen und beweglichen Bauteil  
hervorgerufen wird, verringert werden, so daß die Zeit, die  
für die Zurückkehrbewegung des beweglichen Bauteiles nötig  
ist, das heißt, die Zeit, die das Ventilbauteil benötigt,  
die Einspritzöffnung zu verschließen, verkürzt wird.

25 Weiterhin wird durch die Einrichtung zum Verringern des  
Anlagebereiches der Anlagebereich zwischen den Anlageober-  
flächen des beweglichen und festen Bauteiles auf zwanzig  
bis sechzig Prozent der Anlagefläche verringert, die vor-  
handen ist, wenn die beiden Anlageoberflächen plan sind.  
30 Die Zeit, die nötig ist, um das bewegliche Bauteil zurück-  
zubewegen, kann daher auf einen gewünschten Wert verkürzt  
werden. Zusätzlich kann das bewegliche Bauteil oder das  
Ventilbauteil vor Vibrationen während der Brennstoffein-  
35 spritzung geschützt werden und Abnutzungen der Anlagenober-  
flächen des beweglichen und festen Bauteiles können ver-  
ringert werden. Wenn der Anlagebereich zwischen dem festen

1 und beweglichen Bauteil auf weniger als zwanzig Prozent  
des vollen Anlagebereiches verringert wird, prallt das  
bewegliche Bauteil von dem festen Bauteil zurück, wenn das  
erstere gegen das letztere durch die magnetische Anziehungs-  
5 kraft gezogen wird. Dies hat zur Folge, daß das bewegliche  
Bauteil oder das Ventilbauteil vibriert, was eine korrekte  
Steuerung der Arbeitsweise des Ventilbauteiles, das heißt  
das Öffnen und Verschließen der Einspritzöffnung verhindert.  
Wenn weiterhin der Anlagebereich zwischen dem festen und  
10 beweglichen Bauteil derart stark verringert wird, sind die  
Kräfte pro Flächeneinheit, die auf die entsprechenden  
Anlageoberflächen ausgeübt werden, wenn das bewegliche  
Bauteil auf das feste Bauteil auftrifft, stark erhöht, so  
daß eine verstärkte Abnutzung der Anlagenoberflächen ein-  
15 tritt.

Wenn der Anlagebereich zwischen dem festen und beweglichen  
Bauteil größer als sechzig Prozent des vollen Anlagebe-  
reiches ist, verbleibt eine wesentliche Menge von Brenn-  
stoff zwischen den beiden Bauteilen zu Beginn der Rückkehr-  
20 bewegung des beweglichen Bauteiles. Die Adhäsionskräfte  
des verbleibenden Brennstoffes können daher nicht ausrei-  
chend verringert werden, so daß die Zeit, die für die  
Rückkehrbewegung des beweglichen Bauteiles nötig ist, das  
heißt, die Zeit, die zum Verschließen der Einspritzöffnung  
25 durch das Ventilbauteil nötig ist, nicht auf den gewünschten  
Wert verkürzt werden kann. Genauer gesagt, wenn der Anlage-  
bereich zwischen dem festen und beweglichen Bauteil größer  
als sechzig Prozent des vollen Anlagebereiches ist, ist  
30 die erfindungsgemäße elektromagnetische Brennstoff-Einspritz-  
düse für eine Verwendung in Hochleistungsmotoren zum Bei-  
spiel in Motoren mit Turboladern nicht geeignet. Der Grund  
hierfür ist, daß die Zeit, die nötig ist, die Einspritz-  
öffnung zu verschließen, für diesen Fall vergleichsweise  
lang ist, und weiterhin ist der Steuerschaltkreis zum  
35 Steuern der Brennstoff-Einspritzdüse bei derartigen Hoch-

1 leistungsmotoren unerwünscht aufwendig, da dieser Steuer-  
schaltkreis die Verzögerungszeit der Rückkehrbewegung des  
beweglichen Bauteiles kompensieren muß.

5 Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der  
Erfindung zum Inhalt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegen-  
den Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschrei-  
10 bung mehrerer Ausführungsformen anhand der Zeichnung.

Es zeigt:

- Fig. 1                         in seitlicher Schnittdarstellung eine  
15                                 Ausführungsform einer erfindungsgemäßen  
                                       elektromagnetischen Brennstoff-Einspritz-  
                                       düse;
- Fig. 2                         eine Schnittdarstellung eines festen  
20                                 Bauteiles, das in der Einspritzdüse  
                                       gemäß Fig. 1 verwendet wird;
- Fig. 3                         eine Draufsicht von unten auf das feste  
25                                 Bauteil gemäß Fig. 2;
- Fig. 4                         in graphischer Darstellung die Beziehung  
30                                 zwischen der Ventilverschlußzeit eines  
                                       Ventilbauteiles und dem Anlagebereich  
                                       zwischen dem festen und dem beweglichen  
                                       Bauteil;
- Figuren 5 bis 9                 verschiedene Ausführungsformen des  
                                       festen Bauteiles gemäß Fig. 2;

1 Figuren 10 bis 15 Seitenansichten von beweglichen Bauteilen mit einer Anzahl von Einkerbungen auf ihrer oberen Oberfläche zur Verringerung der Anlageoberfläche; und

5

Fig. 16

eine Schnittdarstellung eines festen und eines beweglichen Bauteiles, wobei eine Anzahl von Einkerbungen zur Verringerung des Anlagerbereiches sowohl in der unteren Oberfläche des festen Bauteiles als auch in der oberen Oberfläche des beweglichen Bauteiles ausgebildet sind.

10

15 Die elektromagnetische Brennstoff-Einspritzdüse gemäß Fig. 1 weist ein zylindrisches Gehäuse 20 aus magnetisierbarem Material auf. Ein rohrförmiges Bauteil 22 ist einstückig innerhalb des Gehäuses 20 derart ausgebildet, daß es in dem Gehäuse 20 koaxial verläuft. Das rohrförmige Bauteil 22 erstreckt sich nach oben aus der oberen Wand des Gehäuses 20 heraus. Ein Anschlußrohr 24 ist einstückig an dem oberen Ende des rohrförmigen Bauteiles 22 ausgebildet. Das Anschlußrohr 24 wird über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Brennstoffleitung mit einer Brennstoff-Einspritzpumpe verbunden. Somit wird ein Brennstoff, zum Beispiel Benzin, der unter einem festgelegten Druck steht, von der Brennstoff-Einspritzpumpe durch die Brennstoffleitung dem Anschlußrohr 24 zugeführt. In dem Anschlußrohr 24 ist ein Filter 26 angeordnet, um Verunreinigungen in dem Brennstoff herauszufiltern.

20

Ein Einführrohr 28 ist in das rohrförmige Bauteil 22 eingesetzt und mit diesem durch Einspannen verbunden. So mit bilden das rohrförmige Bauteil 22 und das Einführrohr 28 zusammen einen Brennstoffeinlaß 30. Das Einführrohr 28 dient weiterhin dazu, die Federkraft einer Ventilfeder

30

35

1 festzulegen, wie später noch im Detail beschrieben wird.

In einem ringförmig umlaufenden Zwischenraum, der von der inneren Umfangsoberfläche des Gehäuses 20 und der äußeren 5 Umfangsoberfläche des rohrförmigen Bauteiles 22 gebildet wird, ist eine Spule 32 eingesetzt. Um die Spule 32 ist eine elektromagnetische Wicklung 34 gewickelt. Die Wicklung 34 ist elektrisch mit einem Anschlußstift 36 verbunden. Der Anschlußstift 36 ragt aus dem Gehäuse 20 und ist 10 in einem Sockel 38 geführt. Der Sockel 38 ist einstückig mit einer Kunststoffabdeckung 40 versehen, welche mit dem Gehäuse 20 und dem rohrförmigen Bauteil 22 derart verbunden ist, daß sie den vorspringenden Abschnitt des rohrförmigen Bauteiles 22 außerhalb des Gehäuses 20 umschließt. 15 Der Anschlußstift 36 wird mit einem Leistungsversorgungsschaltkreis (nicht dargestellt) mittels eines Kabels verbunden. Dieser Schaltkreis liefert Strom an die elektromagnetische Wicklung 34, und zwar mit einem festgelegten Zeitverhalten, das mit den Arbeitsbedingungen der Ver- 20 brennungsmaschine übereinstimmt.

Ein magnetisierbarer Ring 42 als festes Bauteil, ein Ventilführungsbauteil 44, ein Ventilsitz 46 und eine Einspritzdüse 48 sind am unteren Endabschnitt des Gehäuses 20 befestigt. Diese Bauteile 42, 44, 46 und 48 sind in Lagen 25 übereinander angeordnet, wie aus Fig. 1 hervorgeht. Die Einspritzdüse 48 am untersten Ende wird mit dem Gehäuse 20 durch Umbördeln eines unteren Randes 20a des Gehäuses 20 verbunden. Somit sind der magnetische Ring 42, das 30 Ventil-Führungsbauteil 44, der Ventilsitz 46 und die Einspritzdüse 48 an dem Gehäuse 20 ohne Bewegungsmöglichkeit in axialer Richtung befestigt. Ein O-Ring 50 ist zwischen dem Ventilsitz 46 und der inneren Umfangsoberfläche des Gehäuses 20 eingesetzt, so daß das Innere des Gehäuses 20 35 flüssigkeitsdicht gehalten ist.

1 Der magnetische Ring 42 ist aus einem magnetisierbaren Material gefertigt, wie beispielsweise rostfreiem Stahl mit dreizehn Prozent Chrom. Der magnetische Ring 42 liegt der unteren Endfläche der Spule 32, welche mit der elektromagnetischen Wicklung 34 versehen ist gegenüber und ist im Abstand dazu angeordnet. Eine Mehrzahl von Durchgangsbohrungen 54 sind radial in dem unteren Endabschnitt des rohrförmigen Bauteiles 22 vorgesehen. Somit steht das Innere des rohrförmigen Bauteiles 22 über die Durchgangsbohrungen 54 mit einem Zwischenraum 52 in Verbindung.

10

Ein bewegliches Bauteil 56 wird von dem Ventil-Führungsbauteil 44 derart gehalten, daß es innerhalb des Gehäuses 20 axial beweglich ist. Das bewegliche Bauteil 56 weist im wesentlichen kreisrunden Querschnitt auf und ist aus magnetisierbarem Material gefertigt, wie beispielsweise rostfreiem Stahl mit dreizehn Prozent Chrom. Die obere Oberfläche des beweglichen Bauteiles 56 liegt der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 gegenüber.

15

Bei dieser Ausführungsform ist eine Anzahl von Rillen oder Vertiefungen 42a durch spanlose Materialbearbeitung an der Unteroberfläche des magnetischen Ringes 42 ausgebildet. Wie insbesondere aus den Figuren 2 und 3 hervorgeht, er strecken sich die Rillen 42a in regelmäßigen Abständen zu einander radial nach außen. Diese Rillen 42a auf dem magnetischen Ring 42 sind dafür vorgesehen, den Anlagebereich zwischen dem magnetischen Ring 42 und dem beweglichen Bauteil 56 zu verringern. Das Vorhandensein der Rillen 42a 20 verringert den Anlagebereich zwischen dem magnetischen Ring 42 und dem beweglichen Bauteil 56 auf zwanzig bis sechzig Prozent der Kontaktfläche, die vorhanden wäre, wenn die beiden Anlageoberflächen der Bauteile 42 und 56 plan wären. In den Figuren 2 und 3 sind die Rillen 42a aus Gründen der Anschaulichkeit übertrieben groß dargestellt.

25

30

35

1 Die untere Oberfläche des magnetischen Ringes 42 ist gehärtet. In Fig. 2 ist der Bereich der Härtung an dem magnetischen Ring 42 mit A gekennzeichnet. Der Oberflächenhärtungsprozeß kann eine Nitrierung, eine Weich-Nitrierung  
5 oder eine Sulfurisierung sein.

Zwischen dem beweglichen Bauteil 56 und dem Einführrohr 28 ist eine Ventilfeder 58 eingesetzt, wodurch das bewegliche Bauteil 56 normalerweise nach unten, wie in Fig. 1 dargestellt vorgespannt ist. Das Ventil-Führungsbauteil 44 ist mit einer Federscheibe 60 versehen, welche das bewegliche Bauteil 56 nach oben vorspannt. Die Kraft, welche die Federscheibe 60 auf das bewegliche Bauteil 56 aufbringt ist geringer, als die Kraft, die von der Ventilfeder 58 aufgebracht wird.  
15

Das bewegliche Bauteil 56 weist eine Mehrzahl von Durchtrittsöffnungen 62 auf, welche parallel zur Achse des Gehäuses 20 verlaufen. Diese Durchtrittsöffnungen 62 stehen mit dem Zwischenraum 52 über den Innenraum des magnetischen Ringes 42 in Verbindung. In Fig. 1 ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine der Durchtrittsöffnungen 62 dargestellt.  
20

25 Ein kugelförmiger Ventilstöbel 64 ist mit dem Mittenbereich der unteren Oberfläche des beweglichen Bauteiles 56 durch Hartlöten oder Schweißlöten fest verbunden. Das Ventil-Führungsbauteil 44 weist eine Führungsausnehmung 66 auf, welche den Durchtritt des Ventilstöbels 64 erlaubt. Eine Mehrzahl von Brennstoff-Einlaßbohrungen 68 sind in dem  
30 Ventil-Führungsbauteil 44 derart ausgebildet, daß sie die Führungsausnehmung 66 umgeben.  
35

Der Ventilsitz 46 weist einen eigentlichen Ventilbereich 70 auf, der aus einer konkaven Ausnehmung besteht, welche

1 konzentrisch zu dem Gehäuse 20 ist. Eine Brennstoff-Einspritzöffnung 72 ist im unteren Bereich des Ventilbereiches 70 ausgebildet und öffnet sich in die Einspritzdüse 48. Die Brennstoff-Einspritzöffnung 72 steht mit den Brennstoff-Einlaßbohrungen 68 des Ventil-Führungsbauteiles 44 über eine Vertiefung 74 in Verbindung, welche in der inneren Oberfläche des Ventilsitzes 46 auf der Seite des Ventil-Führungsbauteiles 44 ausgebildet ist. Wenn der kugelförmige Ventilstöbel 64 auf dem Ventilbereich 70 zu 10 liegen kommt, sind die Brennstoff-Einlaßbohrungen 68 von der Brennstoff-Einspritzöffnung 72 getrennt, das heißt, letztere ist geschlossen.

Im folgenden soll nun die Arbeitsweise einer elektromagnetischen Brennstoff-Einspritzdüse mit dem bisher beschriebenen Aufbau erläutert werden.

Wenn die Stromzufuhr zu der elektromagnetischen Wicklung 34 abgeschaltet ist, wird unter Druck stehender Brennstoff, 20 der dem Anschlußrohr 24 zugeführt wird, durch den Brennstoffeinlaß 30 in dem rohrförmigen Bauteil 22 und dem Einführrohr 28 sowie die Durchgangsbohrungen 54 des rohrförmigen Bauteiles 22 in den Zwischenraum 52 eingebracht. Der unter Druck stehende Brennstoff in dem Zwischenraum 52 25 wird durch den Freiraum des magnetischen Ringes 42, dem Freiraum um das bewegliche Bauteil 56, die Durchtrittsöffnungen 62 und die Brennstoff-Einlaßbohrungen 68 des Ventilführungsbauteiles 44 in die Vertiefung 74 geführt. In diesem Fall ist jedoch das bewegliche Bauteil 56 durch die 30 Ventilfeder 58 nach unten gedrückt. Daher ist der kugelförmige Ventilstöbel 64 in den Ventilbereich 70 gedrückt, so daß die Brennstoff-Einspritzöffnung 72 von dem Ventilstöbel 64 verschlossen ist. In diesem Zustand kann daher der unter Druck stehende Brennstoff in der Vertiefung 74 nicht 35 durch die Brennstoff-Einspritzöffnung in den Verbrennungsraum eingespritzt werden.

1 Wenn nun in diesem Zustand der elektromagnetischen Wicklung 34 Strom zugeführt wird, wird ein magnetischer Kreis aufgebaut, der aus der elektromagnetischen Wicklung 34, der äußeren Umfangswand des Gehäuses 20, dem magnetischen Ring 42, dem beweglichen Bauteil 56 und dem rohrförmigen Bauteil 22 besteht. Die magnetische Anziehungskraft dieses magnetischen Kreises bewirkt, daß das bewegliche Bauteil 56 entgegen der Kraft der Ventilfeder 58 von dem magnetischen Ring 42 angezogen wird. Zu diesem Zeitpunkt unter-  
10 liegt das bewegliche Bauteil 56 auch einer nach oben gerichteten Kraft von der Federscheibe 60, so daß es sich schnell auf die Seite des magnetischen Ringes 42 bewegt, wobei die Bewegungsenergie eine resultierende aus der magnetischen Anziehungskraft und der nach oben gerichteten  
15 Kraft der Federscheibe 60 ist. Wenn sich das bewegliche Bauteil 56 auf diese Weise bewegt, wird der kugelförmige Ventilstöbel 64, der fest mit dem beweglichen Bauteil 56 verbunden ist, aus dem Ventilbereich 70 gehoben, so daß die Brennstoff-Einspritzöffnung 72 geöffnet ist. Dies hat  
20 zur Folge, daß der unter Druck stehende Brennstoff in der Vertiefung 74 durch die Brennstoff-Einspritzöffnung 72 in die Einspritzdüse 48 eingeführt wird, von wo er in die Verbrennungskammer des Verbrennungsmotors eingebracht wird.  
Während das bewegliche Bauteil 56 von dem oben erwähnten  
25 magnetischen Kreis angezogen wird, ist er in Anlage mit der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42.

Wenn die Stromzufuhr zu der elektromagnetischen Wicklung 34 in der Mitte des Einspritzvorganges unterbrochen wird, 30 wird die magnetische Kraft, die von der elektromagnetischen Wicklung 34 erzeugt wird, zum Verschwinden gebracht, so daß das bewegliche Bauteil 56 durch die Kraft der Ventilfeder 58 nach unten oder zurück bewegt wird. Dies hat zur Folge, daß der kugelförmige Ventilstöbel 64 wieder in den Ventil-  
35 bereich 70 eingedrückt wird und die Brennstoff-Einspritzöffnung 72 verschließt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Brennstoffeinspritzung beendet.

1 Da die Rillen 42a in regelmäßigen Abständen auf der unteren  
Oberfläche des magnetischen Ringes 42 angeordnet sind,  
entsteht eine Anzahl von engen Luftspalten zwischen dem  
magnetischen Ring 42 und dem beweglichen Bauteil 56, ob-  
wohl diese beiden Bauteile 42 und 56 miteinander in Anlage  
sind. Diese Luftspalte bilden Bereiche verringelter ma-  
gnetischer Anziehungskraft. Daher kann, unmittelbar nach  
dem Unterbrechen der Energiezufuhr zu der elektromagneti-  
schen Wicklung 34, ein verbleibender magnetischer Fluß  
zwischen dem magnetischen Ring 42 und dem beweglichen Bau-  
teil 56 verringert werden. Die Existenz der Rillen 42a auf  
der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 erlaubt  
eine Verringerung des Anlagebereiches zwischen dem magneti-  
schen Ring 42 und dem beweglichen Bauteil 56, so daß auch  
die Menge von Brennstoff, die zwischen dem magnetischen  
Ring 42 und dem beweglichen Bauteil 56 vorliegt, verringert  
werden kann. Dies wiederum hat zur Folge, daß die Einflüs-  
se der Adhäsion des Brennstoffes und des verbleibenden ma-  
gnetischen Flusses reduziert werden können, so daß das  
bewegliche Bauteil 56 schnell von dem magnetischen Ring 42  
zu Beginn der Zurückkehrbewegung getrennt werden kann.  
Somit kann die Zeit, die nötig ist, das bewegliche Bauteil  
56 zurückzubewegen, verkürzt werden. Mit anderen Worten,  
die sogenannte Ventil-Schließzeit, oder die Zeit, die  
nötig ist, den kugelförmigen Ventilstöbel 64 zum Ver-  
schließen der Brennstoff-Einspritzöffnung zu bewegen, kann  
verkürzt werden.

In Fig. 4 ist die Beziehung zwischen der Ventil-Verschluß-  
zeit des kugelförmigen Ventilstöbels 64 und dem Anlagebe-  
reich zwischen dem magnetischen Ring 42 und dem bewegli-  
chen Bauteil 56 dargestellt. In Fig. 4 ist auf der x-Achse  
der Anlagebereich unter der Annahme dargestellt, daß ein-  
hundert Prozent erreicht sind, wenn die Anlageoberflächen  
des magnetischen Ringes 42 und des beweglichen Bauteiles  
56 beide plan sind.

1 Bei der bisher beschriebenen Brennstoff-Einspritzdüse ist weiterhin die untere Oberfläche des magnetischen Ringes 42 gehärtet, was geringeren Verschleiß und verbesserte Lebensdauer zur Folge hat.

5

Im folgenden werden verschiedene weitere Ausführungsformen näher erläutert.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Anzahl von 10 zueinander parallelen Rillen 42a in gleichmäßigen Abständen an der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 ausgebildet sind, während Fig. 6 eine Ausführungsform zeigt, in der kleine rechteckige Vertiefungen 42b gleichmäßig über die untere Oberfläche des magnetischen Ringes 42 verteilt sind.

In der Ausführungsform gemäß Fig. 7 weist der magnetische Ring 42 einen ringförmigen Körperteil 76, sowie eine ringförmige Schicht 78 auf, welche mit der unteren Oberfläche des Körperteiles 76 verbunden ist. Rillen 42a, die ähnlich denen in Fig. 2 und 3 sind, sind an der unteren Oberfläche der Schicht 78 ausgebildet. Vorzugsweise ist diese Schicht 78 aus einem nicht magnetisierbaren Material, wie zum Beispiel SUS304 oder SUS310S (japanische Industriestandards) oder anderen austenitischen rostfreien Stählen, Titan, Titan-Legierungen etc. gebildet. Die Verwendung von nicht magnetisierbarem Material für die Schicht 78 erlaubt eine weitere Reduzierung des verbleibenden magnetischen Flusses zwischen dem magnetischen Ring 42 und dem beweglichen Bau teil 56 und führt somit zu einer zusätzlichen Verkürzung der Ventil-Verschlußzeit des kugelförmigen Ventilstößels 64. Das Verbinden des Körperteiles 76 und der Schicht 78 erfolgt beispielsweise durch Hartlöten oder eine Diffusionsverbindung (Diffusionbonding).

35

Auch bei dem magnetischen Ring 42 gemäß Fig. 7 kann die untere Oberfläche der Schicht 78 gehärtet werden, so daß

1 ein Bereich A der unteren Oberfläche härter als das ver-  
bleibende Material ist. In diesem Falle ist die Schicht 78  
aus einem austenitischen rostfreien Stahl wie SUS304  
oder SUS310S geformt und zur Oberflächenhärtung sind Pro-  
5 zesse wie Ionen-Nitrierung, Ionen-Weichnitrierung, Salz-  
bad-Nitrierung und Salzbad-Weichnitrierung denkbar. Außer-  
dem kann zur Härtung der Oberfläche Sulfurisierung oder  
Bor-Härtung verwendet werden.

10 Wenn die Schicht 78 aus Titan oder einer Titan-Legierung  
besteht, kann auf der unteren Oberfläche der Schicht 78  
eine Lage aus Titan-Nitrid mittels Ionen-Nitrierung,  
Ionen-Weichnitrierung, Salzbad-Nitrierung oder Salzbad-  
Weichnitrierung erzielt werden, oder durch Erhitzen der  
15 Schicht 78 in einer Stickstoffatmosphäre.

Der Oberflächen-Härtungsprozeß kann gleichzeitig mit der  
Diffusionsverbindung (Diffusionbonding) oder dem Hartlöten  
der Schicht 78 erfolgen, wenn Aufheiztemperatur und die  
20 umgebende Atmosphäre geeignet gewählt werden.

Bei dem magnetischen Ring 42 gemäß Fig. 7 ist die Schicht  
78 mit den Rillen 42a mit dem Körperteil 76 verbunden. Bei  
der Ausführungsform gemäß Fig. 8 wird der untere Oberflä-  
chenbereich des magnetischen Ringes 42 mit den Rillen 42a  
25 durch Eindiffundieren von Schwefel sulfurisiert, so daß  
eine nichtmagnetische Schicht 80 aus Eisensulfid an dem  
unteren Oberflächenbereich des magnetischen Ringes 42  
ausgebildet wird. In Fig. 8 ist die Dicke dieser nichtma-  
30 gnetischen Schicht 80 mit B gekennzeichnet.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 wird eine nichtma-  
gnetische Schicht 82 als selbständiges Bauteil an der  
unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 mit den Ril-  
len 42a angebracht. Diese Schicht 82 kann beispielsweise  
35 durch Platinieren der unteren Oberfläche des magnetischen

1 Ringes 42 mit Chrom oder einem anderen nichtmagnetischen Material erfolgen, oder es kann durch Ionen-Abscheidung Titannitrid an der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 aufgebracht werden. Alternativ hierzu kann die  
5 nicht magnetische Schicht 82 durch Abscheidung eines nichtmagnetischen Pulvers, wie zum Beispiel Aluminiumoxyd-Pulver an der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 gebildet werden, oder es kann nichtmagnetisches Material an der unteren Oberfläche mittels Laser- oder Elektronenstrahlen abgeschieden werden.  
10

In Fig. 10 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, in dem die nichtmagnetische Schicht 82 an der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 ausgebildet ist, wobei der Ring  
15 42 wie in der Ausführungsform gemäß Fig. 7 aus dem Ring-Körperteil 76 und der Schicht 78 besteht.

Bei den bisher beschriebenen Ausführungsformen sind die Rillen 42a oder Vertiefungen 42b an der unteren Oberfläche  
20 des magnetischen Ringes 42 ausgebildet. Bei den Ausführungsformen gemäß den Figuren 11 bis 15 sind jedoch Rillen 56a auf der oberen Oberfläche des beweglichen Bauteiles 56 und nicht auf der unteren Oberfläche des magnetischen Ringes 42 ausgebildet. In den Ausführungsformen gemäß den  
25 Figuren 11 bis 15 sind die Rillen 56a, wie die Rillen 42a in Fig. 5 parallel und in gleichmäßigen Abständen zueinander gleichmäßig über die obere Oberfläche des beweglichen Bauteiles 56 verteilt. Alternativ hierzu können die Rillen 56a durch Rillen oder Vertiefungen ersetzt werden,  
30 die ähnlich denen in den Figuren 3 oder 6 sind. Die Ausführungsformen gemäß den Figuren 11 bis 15 unterscheiden sich von denen gemäß den Figuren 7 bis 10 nur darin, daß die Rillen auf der oberen Oberfläche des beweglichen Bauteiles 56 ausgebildet sind. Daher sind in den Figuren 11 bis 15 gleiche Bezugszeichen zur Kennzeichnung gleicher  
35 oder ähnlicher Bauteile wie in den Figuren 7 bis 10 verwen-

1 det und eine Beschreibung dieser Bauteile wird hier nicht  
mehr vorgenommen. Das bewegliche Bauteil 56 in den Figuren  
12 bis 15 ist aus einem im wesentlichen scheibenförmigen  
Körperteil 84 und einer scheibenförmigen Schicht 86 gebil-  
5 det, welche auf der oberen Oberfläche des Körperteiles 84  
befestigt ist. Die Rillen 56a sind in der oberen Oberfläche  
der Schicht 86 ausgebildet.

In Fig. 16 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, in dem  
10 sowohl der magnetische Ring 42 als auch das bewegliche  
Bauteil 56 mit den Rillen 42a bzw. 56a versehen sind. Wenn  
in diesem Fall die Rillen 42a auf dem magnetischen Ring 42  
radial verlaufend angeordnet sind, wie beispielsweise in  
Fig. 16 dargestellt, sind die Rillen 56a auf dem bewegli-  
15 chen Bauteil 56 zueinander parallel angeordnet.

In allen bisher beschriebenen Ausführungsformen können die  
Rillen 42a und 56a bzw. die Vertiefungen 42b nicht nur  
durch eine spanlose Fertigung wie zum Beispiel Gießen ge-  
20 formt werden, es sind auch Ätzvorgänge oder elektrochemische  
Verfahren denkbar, mit der die untere Oberfläche des ma-  
gnetischen Ringes 42 oder die obere Oberfläche des beweg-  
lichen Bauteiles 56 bearbeitet werden.

**22**  
- Leerseite -

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 01 973  
F 02 M 51/06  
22. Januar 1985  
25. Juli 1985

-27-

3501973

von der Brennstoff-Einspritzpumpe

F I G. 1

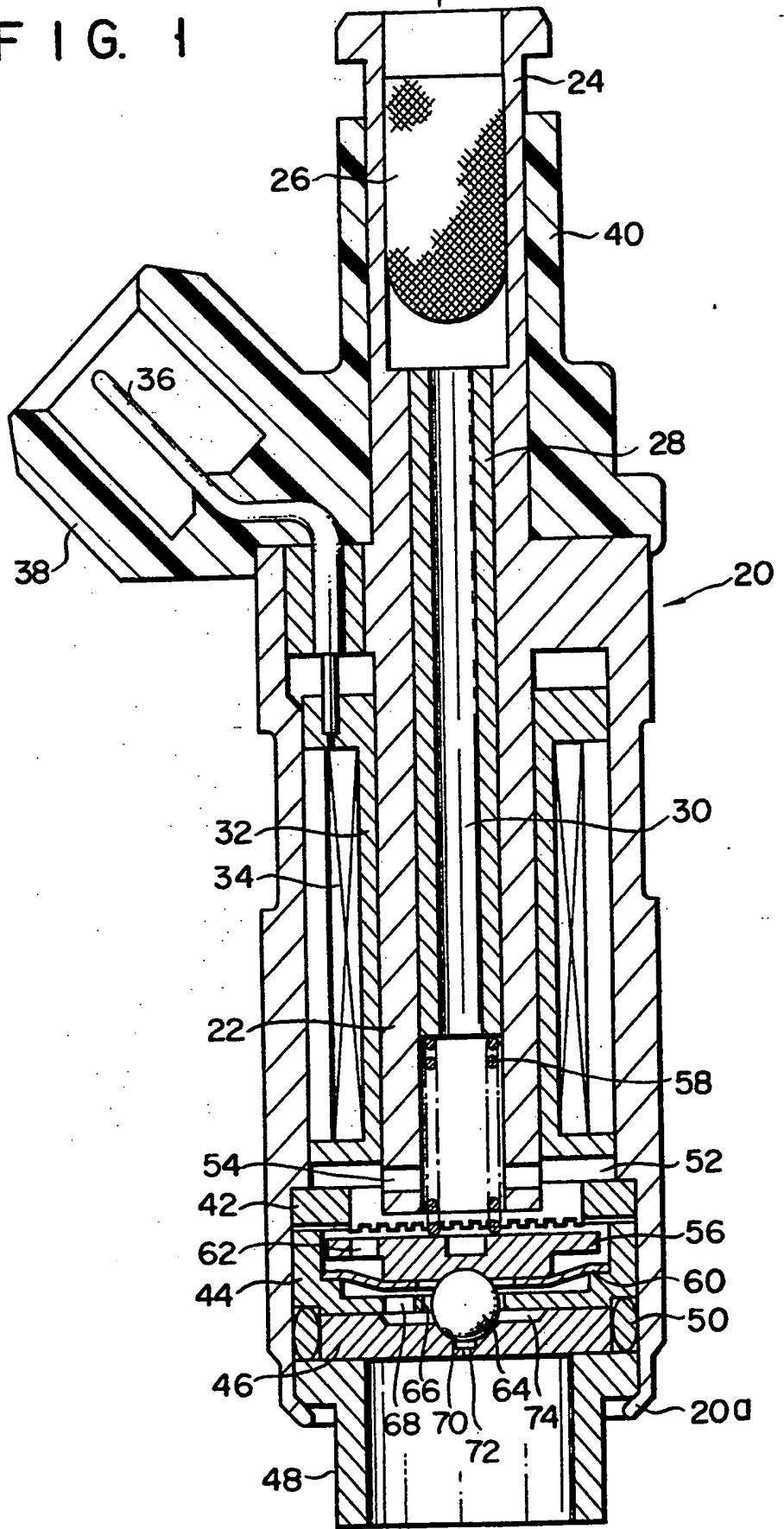


FIG. 2

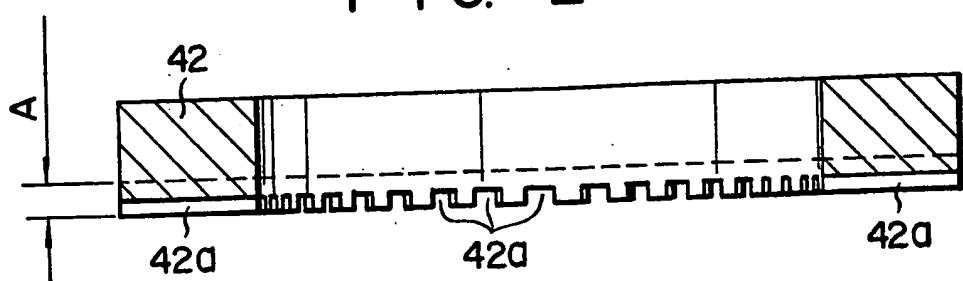


FIG. 3

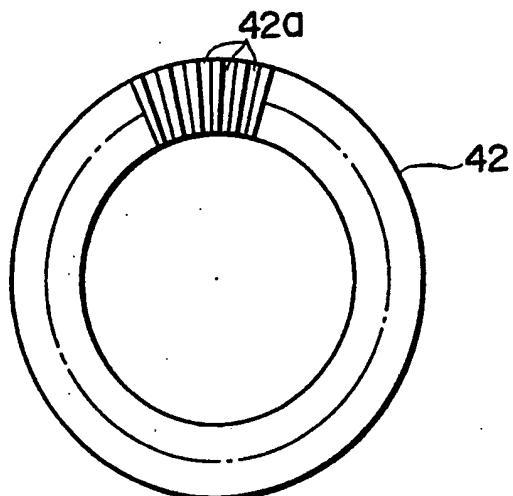
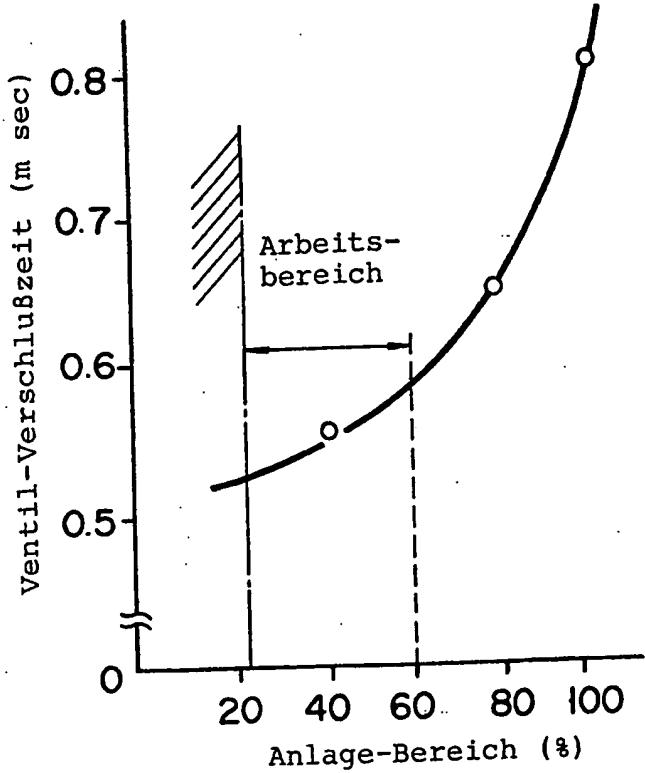
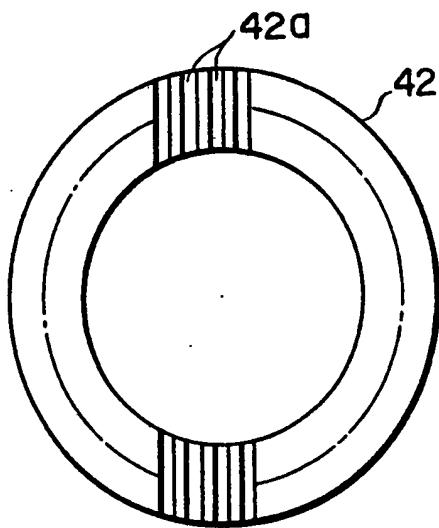


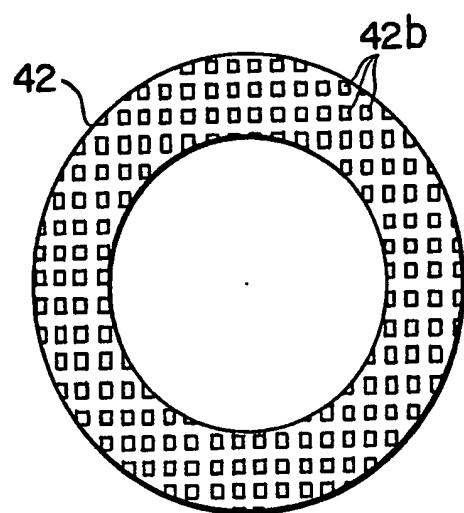
FIG. 4



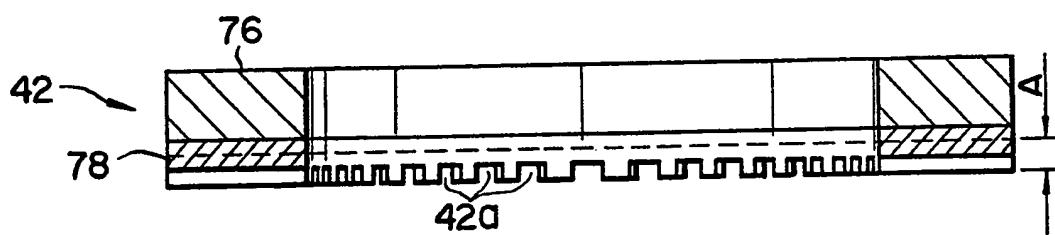
F I G. 5



F I G. 6



F I G. 7



F I G. 8

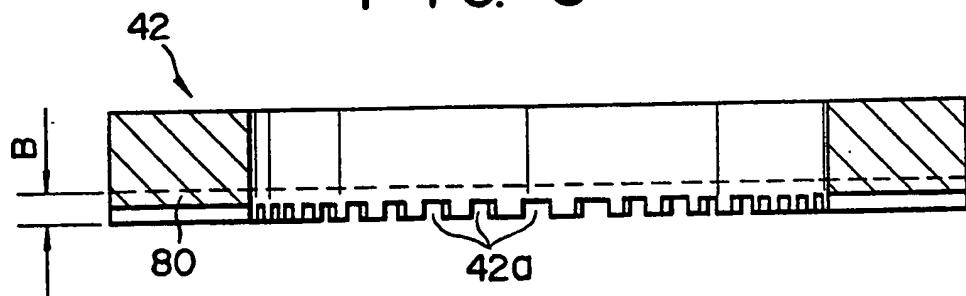


FIG. 9

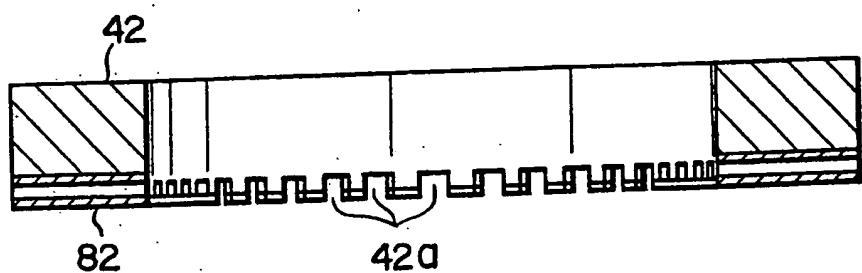


FIG. 10

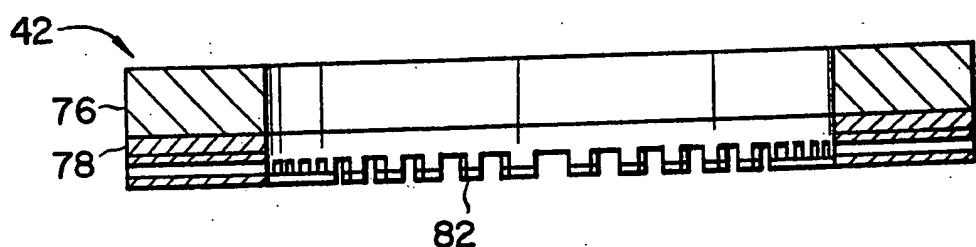


FIG. 11

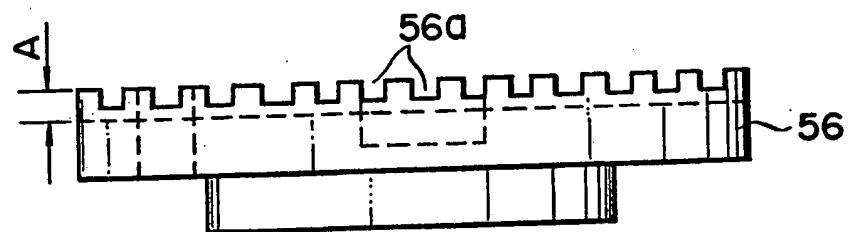


FIG. 12

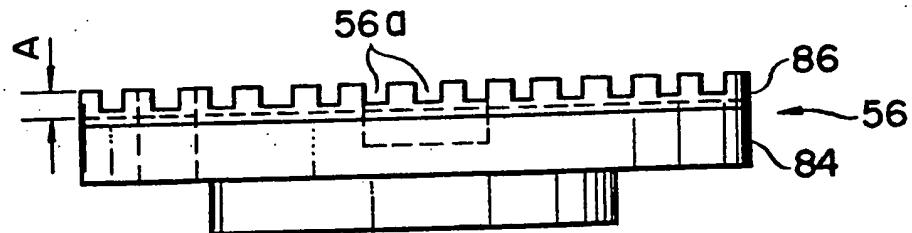


FIG. 13

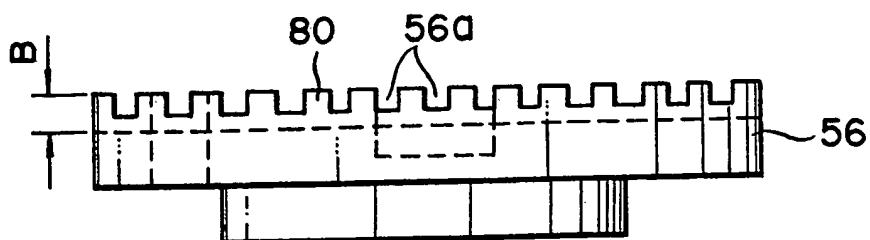


FIG. 14

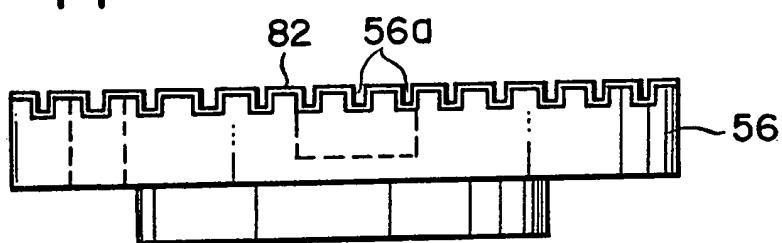


FIG. 15

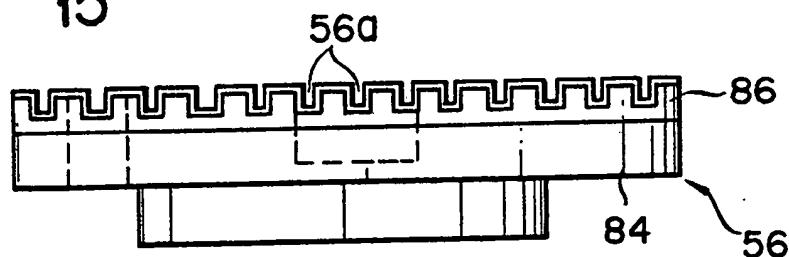


FIG. 16

